

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Takeshi ASO

Title: FUEL CELL SYSTEM AND RELATED CONTROL METHOD

Appl. No.: Unassigned

Filing Date: 09/26/2003

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

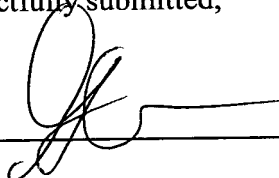
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2002-307216 filed 10/22/2002.

Respectfully submitted,

By



Glenn Law  
Attorney for Applicant  
Registration No. 34,371

Date September 26, 2003

FOLEY & LARDNER

Customer Number: 22428

Telephone: (202) 672-5426

Facsimile: (202) 672-5399

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2002年10月22日  
Date of Application:

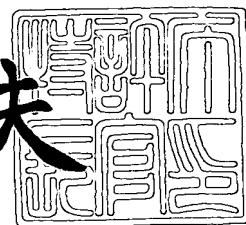
出願番号                      特願2002-307216  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2002-307216]

出願人                      日産自動車株式会社  
Applicant(s):

2003年 7月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号    出証特2003-3058849

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00455

【提出日】 平成14年10月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

【氏名】 麻生 剛

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100079946

【弁理士】

【氏名又は名称】 横屋 赳夫

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されて発電をし、燃料電池車両に搭載された負荷にダイオードを介して発電電力を供給する燃料電池スタックと、

電力を充放電する二次電池と、

上記ダイオードを介して燃料電池スタックと接続され、上記二次電池に充電された電力値を変換して上記負荷に供給すると共に、電力値を変換して上記二次電池に充電する電力変換手段と、

上記燃料電池スタックを起動するに際して、上記二次電池から負荷に電力供給するときの電圧値を上記燃料電池スタックの開放電圧値と同値又は上記燃料電池スタックの開放電圧値以上にするように上記電力変換手段を制御し、上記電力変換手段にて上記負荷に供給している電力値を検出して、検出した電力値から減少させて上記二次電池から上記負荷に電力供給するように上記電力変換手段を制御する制御手段と

を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 上記制御手段は、上記二次電池から上記負荷に供給する電力値を減少させたときの上記燃料電池スタックの出力電流が所定値よりも大きい場合に、電力値の減少を停止させるように上記電力変換手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 上記制御手段は、上記二次電池から上記負荷に供給する電力値を減少させたときの上記燃料電池スタックの出力電圧が所定値よりも小さい場合に、電力値の減少を停止させるように上記電力変換手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 上記制御手段は、上記二次電池から負荷に電力供給するときの電圧値を上記燃料電池スタックの開放電圧値と同値又は上記燃料電池スタックの開放電圧値以上にした場合の上記燃料電池スタックの温度を検出し、検出した上記燃料電池スタックの温度が所定値以下である場合に、上記電力変換手段にて

上記負荷に供給している電力値を検出して、検出した電力値から減少させて上記二次電池から上記負荷に電力供給するように上記電力変換手段を制御することを特徴とする請求項 1～請求項 3 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 上記制御手段は、上記二次電池から負荷に電力供給するときの電圧値を上記燃料電池スタックの開放電圧値と同値又は上記燃料電池スタックの開放電圧値以上にするときの上記燃料電池スタックの電圧値を検出し、検出した上記燃料電池スタックの電圧値の立ち上がり状態に応じて、上記電力変換手段により上記負荷に供給する電力値を減少させるタイミングを制御することを特徴とする請求項 1～請求項 3 の何れかに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば燃料電池車両に搭載されて、主として二次電池の充電電力を用いて燃料電池スタックを起動し、燃料電池スタックの発電電力及び二次電池の充電電力を用いて燃料電池スタックを発電させるための補機を駆動すると共に、車両駆動トルクを発生させる燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、燃料電池システムを起動するに際して、燃料電池スタック以外の二次電池からエアコンプレッサに電力供給することで、燃料電池スタックに酸化剤ガスを供給して燃料電池スタックを起動させて発電可能状態とし、その後、発電可能となった燃料電池スタックからの発電電力をエアコンプレッサの駆動電源として切り替えて使用する技術が知られている。

【0003】

このような燃料電池システムでは、二次電池の電力をエアコンプレッサの駆動電源として供給する際、DC/DCコンバータによって出力電圧及び出力電力を任意に制御している。このDC/DCコンバータは、起動時において、燃料電池スタックが十分に暖機されて所望の発電電力が取り出し可能となったときの発電電力よりも、二次電池から取り出す電力を十分に高くしている。そして、燃料電

池スタックの発電電圧を、DC/DCコンバータからの出力電圧値でクランプすることで、燃料電池スタックからの電力がある所望の値以上になることを防止している。

#### 【0004】

このような状態にて、燃料電池スタックが発電可能と判断した場合には、DC/DCコンバータの出力電圧を減少させて、燃料電池スタックからの電力を増大させ、エアコンプレッサ等の電力供給元を二次電池から燃料電池スタックにスムーズに切り替え可能となっている。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開 2001-229943号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来の燃料電池システムでは、燃料電池スタックから負荷に供給する発電電力を、DC/DCコンバータの電圧値のみで管理する構成となっているため、燃料電池スタックの特性が温度によって異なる場合には、暖機途中等に電流電圧特性が変化してしまい、燃料電池スタックの発電電圧をある所定値にクランプしても、燃料電池スタックの出力が所望の電圧値とはならないことがある。したがって、従来の燃料電池システムでは、暖気途中に燃料電池スタックの出力をある範囲内で動作させようとした場合には、燃料電池スタックの出力が精度良く管理できないという問題点がある。

#### 【0007】

そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、燃料電池スタックの起動時に安定して燃料電池スタックから電力を取り出すことができる燃料電池車両用電源システムを提供するものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明では、燃料ガスと空気とを用いて電力を発生する燃料電池スタックを、ダイオードを介して負荷と接続し、電圧変換手段をダイオードを介して燃料電池

スタックに接続した構成にした燃料電池システムに適用される。

#### 【0009】

このような燃料電池システムにおいて、制御手段では、燃料電池スタックを起動するに際して、先ず電力変換手段の出力電圧を管理して二次電池から負荷に電力供給する電圧制御モードになる。この状態において、制御手段は、電力変換手段での電圧値を燃料電池スタックの開放電圧値と同値又は燃料電池スタックの開放電圧値以上にして、このときの電力変換手段から負荷に供給している電力値を検出する。

#### 【0010】

次いで、制御手段は、電力変換手段の出力電力を管理して二次電池から負荷に電力供給する電力制御モードになる。そして、制御手段では、電力変換手段にて負荷に供給している電力値を検出して、検出した電力値から減少させて二次電池から負荷に電力供給するように電力変換手段を制御する。

#### 【0011】

##### 【発明の効果】

本発明に係る燃料電池システムによれば、燃料電池スタックを起動するに際して、電力変換手段の出力電圧を燃料電池スタックの開放電圧以上にして電力変換手段の出力電力を検出し、電力変換手段にて負荷に供給している電力値を検出して、検出した電力値から減少させて二次電池から負荷に電力供給するので、簡単な電力制御のみで負荷の電力供給元を二次電池から燃料電池スタックに切り換えることができ、起動時に安定して燃料電池スタックから電力を取り出すことができる。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1実施形態～第4実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0013】

##### [第1実施形態]

##### [燃料電池システムの構成]

本発明は、例えば図 1 に示すように構成された第 1 実施形態に係る燃料電池システムに適用される。この燃料電池システムは、例えば電気自動車に搭載されて、負荷として搭載された駆動モータ等に電力供給することで当該電気自動車の駆動トルクを発生させる。

#### 【0014】

この燃料電池システムは、当該燃料電池システムの主電源であって、燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されることにより発電する燃料電池スタック 1 を備える。この燃料電池スタック 1 は、固体高分子電解質膜を挟んで空気極と水素極とを対設した燃料電池セル構造体をセパレータで挟持し、セル構造体を複数積層して構成されている。本例の燃料電池システムにおいては、燃料電池スタック 1 に発電反応を発生させるための燃料ガスとして例えば水素ガスを燃料極に供給すると共に、酸化剤ガスとして例えば酸素を含む空気を酸化剤極に供給する。

#### 【0015】

燃料ガスは、燃料ガス供給部 2 から燃料電池スタック 1 に供給される。この燃料ガス供給部 2 は、水素を多量に含む燃料ガスを貯蔵し、制御部 21 により制御されることで、燃料ガスの温度及び圧力を調整する。

#### 【0016】

また、空気は、エアコンプレッサ 3 から圧送されることで、空気配管 4 を通じて燃料電池スタック 1 に供給される。このエアコンプレッサ 3 は、制御部 21 により駆動量が制御されることで、燃料電池スタック 1 への空気供給量が制御される。

#### 【0017】

このように燃料ガス及び空気が供給されることで燃料電池スタック 1 が発電すると、電力分配部 5 は、制御部 21 の制御に従って、燃料電池スタック 1 にて発電した電力を取り出し、駆動モータ等の負荷 6、エアコンプレッサ 3 に電力供給をする。また、この電力分配部 5 では、制御部 21 の制御に従って、二次電池 7 に充電された電力をエアコンプレッサ 3 や負荷 6 に供給すると共に、例えば電気自動車の減速時に負荷 6 からの回生電力を二次電池 7 に充電する。

#### 【0018】

二次電池 7 は、燃料電池スタック 1 によって発電された余剰電力や負荷 6 の回生電力を電力分配部 5 を介して充電する。この二次電池 7 は、電力分配部 5 により充電した電力を燃料電池スタック 1 の出力電圧よりも高い電圧の電力を発生して放電するように構成されている。この二次電池 7 は、高電圧で駆動される負荷 6 やエアコンプレッサ 3 等の強電系のユニットで消費される電力を賄うのに十分な発電が燃料電池スタック 1 にて行われていない場合に、電力分配部 5 により充電電力が引き抜かれて強電系ユニットへの不足電力供給を補う。

#### 【0019】

電力分配部 5 は、燃料電池スタック 1 に電流が流入するのを防止するダイオード 11、燃料電池スタック 1 の出力電圧を検出する電圧計 12、直流の電力値を変換する DC/DC コンバータ 13、ダイオード 11 を介してエアコンプレッサ 3 及び負荷 6 に供給する電流を検出する電流計 14 から構成されている。本例において、電圧計 12 は、ダイオード 11 のアノード側の電圧、すなわち、ダイオード 11 と燃料電池スタック 1 との間に印加されている電圧値を検出する。

#### 【0020】

この電力分配部 5 は、制御部 21 により制御されることで、二次電池 7 に充電された電力をエアコンプレッサ 3 及び負荷 6 に供給するときに、電圧値を昇圧するように DC/DC コンバータ 13 を動作させる。また、この電力分配部 5 は、負荷 6 からの回生電力を二次電池 7 にて充電可能な電圧値に降圧して二次電池 7 に供給する。また、この電力分配部 5 は、電圧計 12 にて検出した電圧値、及び電流計 14 にて検出した電流値が制御部 21 により読み込まれる。

#### 【0021】

また、この燃料電池システムでは、電力分配部 5 とエアコンプレッサ 3 及び負荷 6 との間にリレー 8 が設けられる。このリレー 8 は、例えば適当なスイッチで構成されて制御部 21 により開閉動作が制御され、燃料電池スタック 1 の発電電力や二次電池 7 の充電電力をエアコンプレッサ 3 及び負荷 6 に供給すると共に、負荷 6 の回生電力を電力分配部 5 側に導く。このリレー 8 は、燃料電池スタック 1 及び二次電池 7 に対するエアコンプレッサ 3 及び負荷 6 の電力遮断部として機能し、異常時等に電力の供給を遮断する。

## 【0022】

制御部 21 は、内部に起動制御プログラムを記憶した ROM (Read Only Memory) と、制御時のワークエリアとなる RAM (Random Access Memory) とを有し、起動時において上述した各部を制御する起動制御プログラムを実行する。これにより、制御部 21 では、電圧計 12 及び電流計 14 からのセンサ信号を読み込んで燃料電池スタック 1 の出力電圧及び出力電流を認識する。また、この制御部 21 では、燃料ガス供給部 2、エアコンプレッサ 3、負荷 6 及びリレー 8 の状態を認識しておいて、これらの各部の動作を制御する。

## 【0023】

そして制御部 21 では、燃料電池スタック 1 の出力電圧及び二次電池 7 の充電状態に基づいて、二次電池 7 からの出力電圧を昇圧して負荷 6 及びエアコンプレッサ 3 側に電力供給する昇圧動作、又は、燃料電池スタック 1、負荷 6 及びエアコンプレッサ 3 側からの出力電圧を降圧して二次電池 7 に電力供給する降圧動作をするように DC/DC コンバータ 13 を切り換え制御する。

## 【0024】

また、この制御部 21 では、燃料電池スタック 1 を起動するに際して、起動制御プログラムを実行することで、DC/DC コンバータ 13 の昇圧動作及び降圧動作を制御する。なお、この起動制御処理の詳細な内容については後述する。

## 【0025】

[燃料電池スタック 1 の起動制御処理]

つぎに、上述の燃料電池システムにおいて、燃料電池スタック 1 を起動するときの制御部 21 による起動制御処理の処理手順について図 2 のフローチャートを参照して説明する。

## 【0026】

この起動制御処理では、例えば燃料電池車両の運転者により燃料電池システムの起動操作がなされた際に、ステップ S1 以降の処理を開始する。

## 【0027】

まず、制御部 21 では、DC/DC コンバータ 13 の制御モードを、出力電圧を制御してエアコンプレッサ 3 に電力供給をする電圧制御モードに設定する (ス

テップS1)。これにより、制御部では、DC/DCコンバータ13の出力端の電圧値(DC/DCコンバータ13の出力電圧値)を任意に制御可能な状態とする。

#### 【0028】

次に、制御部21では、DC/DCコンバータ13の出力電圧の目標値を、図3に示すように燃料電池スタック1の開放電圧値V0の最大値以上の電圧値V<sub>x</sub>に設定する(ステップS2)。このように、制御部21では、DC/DCコンバータ13の出力電圧値は、燃料電池スタック1の開放電圧値V0と同じ又は開放電圧値V0より大きくすることで燃料電池スタック1からエアコンプレッサ3側に電流が流れないようにする。

#### 【0029】

すなわち、ダイオード11のカソード側とDC/DCコンバータ13との接続点15の電位を燃料電池スタック1の開放電圧値の最大値以上とする。なお、DC/DCコンバータ13の出力電圧値は、燃料電池スタック1の状態によって変動する可能性があるので、実際の燃料電池スタック1の開放電圧値よりも若干高めに設定してもよい。また、燃料電池スタック1の開放電圧値V0は実験等で予め求めて、制御部21に保持されている値を使用する。

#### 【0030】

この状態において、エアコンプレッサ3には、燃料電池スタック1から電力供給がされずに、二次電池7からDC/DCコンバータ13を介して電力供給がされている状態となる。また、このステップS2では、制御部21により、二次電池7の電力を使って、燃料ガス供給部2の動作を開始する。これにより、制御部21は、燃料電池スタック1を発電可能な状態とする。

#### 【0031】

なお、制御部21では、ステップS2の処理を実行する前に、二次電池7の充電状態を検出して、ある所定値以上の電力量の放電ができないと判定した場合には、燃料電池システムの起動を停止する。これにより、二次電池7の劣化を防止する。ここで、二次電池7の充電状態を判定する処理は、ステップS2を実行する前に一回のみ行うだけではなく、ステップS2を実行する前に必ず実行するよ

うにしても良い。

#### 【0032】

次に、制御部21では、DC/DCコンバータ13の出力電圧値を開放電圧以上に設定した後に、所定時間が経過したか否かを判定する（ステップS3）。すなわち、制御部21では、ステップS2にてエアコンプレッサ3及び燃料ガス供給部2を制御して燃料電池スタック1に水素ガス及び空気の供給をして起動開始した時刻から所定時間が経過したか否かを判定する。このように所定時間水素ガス及び空気を供給することで、燃料電池システムでは、燃料電池スタック1内の不純ガスを排出すると共に、燃料電池スタック1を暖機する。

#### 【0033】

そして、燃料電池スタック1に水素ガス及び空気の供給を開始した時刻から所定時間が経過したと判定した後に、制御部21では、電圧計12からのセンサ信号を読み込んで、燃料電池スタック1の開放電圧を測定し（ステップS4）、測定した燃料電池スタック1の開放電圧の値をDC/DCコンバータ13の目標の出力電圧値に設定する（ステップS5）。

#### 【0034】

これにより、制御部21では、予め想定された燃料電池スタック1の開放電圧をDC/DCコンバータ13にて目標とする出力電圧値として設定していたが（ステップS2）、ステップS5にて燃料電池スタック1の実際の開放電圧をDC/DCコンバータ13の目標とする出力電圧値として設定し直し、以降の処理の制御精度を向上させる。

#### 【0035】

次に、制御部21では、ステップS5にて燃料電池スタック1の実際の開放電圧値となるようにDC/DCコンバータ13の出力電圧を設定した後に、DC/DCコンバータ13の出力電圧値及び出力電流値を検出して、DC/DCコンバータ13の出力電力値を検出する（ステップS6）。ここで、ステップS5を実行する時点では燃料電池スタック1から電力を出力しておらず、起動に必要なエアコンプレッサ3等の補機電力を二次電池7から供給している状態であり、制御部21では、DC/DCコンバータ13にて変換している電力値を検出すること

で、燃料電池システム起動時に消費している補機の消費電力を同定する。

#### 【0036】

このとき、制御部21では、DC/DCコンバータ13にて変換している電力値を検出するために、DC/DCコンバータ13内を流れる電流及び電圧を測定して、乗算する。また、燃料電池システムを起動するに際して使用する電力が燃料電池スタック1の状態によらず略一定とみなせる場合には、ステップS5の処理を省略し、予め決定された電力値を用いても良い。

#### 【0037】

次に、制御部21では、DC/DCコンバータ13の制御モードを、ステップS1にて設定した電圧制御モードから、DC/DCコンバータ13の出力電力を制御してエアコンプレッサ3に電力供給をする電力制御モードに切り換え、DC/DCコンバータ13の出力電力値の目標をステップS6にて検出した電力値とする（ステップS7）。すなわち、制御部21では、実際に消費されている電力をDC/DCコンバータ13の出力電力の目標値とすることで、二次電池7から全ての補機電力を供給させる。

#### 【0038】

このようにステップS6及びS7の処理を実行することにより、燃料電池スタック1にて発生した電力を出力するのを防止すると共に、燃料電池スタック1の起動に必要な補機の消費電力を同定する。

#### 【0039】

次に制御部21では、DC/DCコンバータ13の出力電力の目標値を、所定の割合にて減少させるようにDC/DCコンバータ13を制御する（ステップS8）。これにより、二次電池7から出力される供給電力を減少させて、接続点15の電位を燃料電池スタック1の開放電圧以下にして燃料電池スタック1からエアコンプレッサ3への電力供給を開始する。このように燃料電池スタック1からエアコンプレッサ3への電力供給が開始されると、燃料電池スタック1の出力電圧が減少し、燃料電池スタック1の出力電流が増加する。

#### 【0040】

次に制御部21では、燃料電池スタック1の実際の出力電流を電流計14から

検出し（ステップS9）、検出した出力電流値が所定値以下であるか否かを判定する（ステップS10）。検出した燃料電池スタック1の出力電流値が所定の電流値以下である場合には次のステップS11に処理を進め、所定値よりも大きい場合にはステップS9に処理を戻して燃料電池スタック1の出力電流が所定値まで下がるまで待機する。

#### 【0041】

なお、このステップS9及びステップS10を複数回繰り返して、燃料電池スタック1の出力電流値が所定の電流値以下とならない場合には、制御部21により燃料電池システムに異常が発生していると判定して、燃料電池システムの起動を停止しても良い。

#### 【0042】

ここで、所定の電流値とは、ステップS8にてDC/DCコンバータ13の出力電力値を減少させた場合、例えば図3に示すように、同じ電力値であっても、燃料電池スタック1がガスの供給が必要十分以上なされ、また燃料電池スタック1の温度が十分高いなど、起動完了しているときの燃料電池スタック1の電圧－電流特性（図2中の特性A）と、燃料電池スタック1がガスの供給が必要十分以下であったり、あるいは燃料電池スタック1の温度が十分に高くないなど、起動完了していないときの燃料電池スタック1の電圧－電流特性（図2中の特性B）とで、燃料電池スタック1の出力電流値が異なることを利用して設定されたものである。

#### 【0043】

すなわち、DC/DCコンバータ13の出力電力値を減少させた場合、燃料電池スタック1が起動完了していると燃料電池スタック1の出力電圧がV1となり出力電流がI1となる（特性A参照）。これに対し、同じ電力値とした場合であっても、燃料電池スタック1が起動完了していないときには燃料電池スタック1の出力電圧がV1よりも小さいV2となり、出力電流がI1よりも大きいI2となる。

#### 【0044】

このように、燃料電池スタック1が起動完了していない場合の電流値は、起動

完了した場合の電流値よりも大きくなる。このような燃料電池スタック 1 の電圧－電流特性を利用して、制御部 21 では、ステップ S 8 にて DC/DC コンバータ 13 の出力電力値を減少させた後の DC/DC コンバータ 13 の電力値に対応して、燃料電池スタック 1 の電流値のしきい値を設定しておくことで、燃料電池スタック 1 が所定の性能を達成維持しているか否かを判定する。

#### 【0045】

ステップ S 9 にて検出した電流値が所定の電流値以下であると判定した場合には（ステップ S 10）、燃料電池スタック 1 が所定の性能を達成維持していると判定して、DC/DC コンバータ 13 で目標とする出力電力を設定値まで減少させたか否かを判定する（ステップ S 11）。設定値まで減少させた場合には DC/DC コンバータ 13 の制御モードを電圧制御モードに戻して、通常の燃料電池スタック 1 の発電制御にして処理を終了する（ステップ S 12）。

#### 【0046】

一方、ステップ S 9 にて検出した電流値が所定の電流値以下でないと判定した場合には（ステップ S 10）、ステップ S 9 に処理を戻してステップ S 9 及びステップ S 10 の処理を繰り返し、燃料電池スタック 1 が所定の性能となったらステップ S 11 以降の処理をする。

#### 【0047】

ステップ S 11 にて DC/DC コンバータ 13 で目標とする出力電力を設定値まで減少させていないと判定した場合には、ステップ S 8 に処理を戻して、ステップ S 8 以降の処理を繰り返して行う。

#### 【0048】

なお、ステップ S 11 にて判定する設定値としては、負荷 6 への電力供給元を、二次電池 7 から燃料電池スタック 1 に完全に切り換える場合には 0 と設定することが望ましいが、短時間にて通常制御に移行するために 0 より大きな所定の電力値としても良い。

#### 【0049】

また、ステップ S 12 における通常制御では、DC/DC コンバータ 13 の制御モードを電圧制御モードに戻すが、例えば燃料電池車両の回生制動が行われて

負荷 6 側から電力が供給される場合、DC/DCコンバータ 13 の負荷 6 側の電圧が上昇する場合があります、電圧制御モードによって電圧上昇を回避することを目的としたものである。

#### 【0050】

このような起動制御処理を行うことにより、図 4 に示すように、燃料電池スタック 1 の出力電圧（特性 I）及び出力電流（特性 II）、燃料電池スタック 1 の出力電力（特性 III）、二次電池 7 の出力電力（特性 IV）を変化させる。

#### 【0051】

制御部 21 では、時刻  $t_0$  から起動制御処理を開始してステップ S1 及びステップ S2 の処理を行うことで、時刻  $t_0$  から二次電池 7 の出力電圧を燃料電池スタック 1 の開放電圧の最大値以上に設定して二次電池 7 から電力出力をする（特性 IV）。これにより、二次電池 7 からの出力電力によりエアコンプレッサ 3 及び燃料ガス供給部 2 を駆動制御して、燃料電池スタック 1 に水素ガス及び空気を供給開始することで、時刻  $t_0$  から時刻  $t_1$  に亘り燃料電池スタック 1 を開放電圧値まで上昇させる（特性 I）。

#### 【0052】

そして、ステップ S3～ステップ S7 の処理をして DC/DCコンバータ 13 の制御モードを電力制御モードにし、時刻  $t_2$  以降からステップ S8 の処理により DC/DCコンバータ 13 の出力電力値を減少させることで、二次電池 7 の出力電力値を低下させると（特性 IV）、燃料電池スタック 1 から出力電力の取り出しが開始される（特性 III）。このとき、燃料電池スタック 1 の出力電圧が低下すると共に（特性 I）、燃料電池スタック 1 の出力電流が上昇する（特性 II）。

#### 【0053】

ここで、時刻  $t_2$ ～時刻  $t_3$  における燃料電池スタック 1 の出力電流を検出して所定の電流値以下と判定し、再度二次電池 7 の出力電力を低下させた場合に、時刻  $t_3$ ～時刻  $t_4$  にて増加した燃料電池スタック 1 の出力電流が時刻  $t_2$ ～時刻  $t_3$  での増加幅よりも  $\Delta I$  以上に大きくなって、ステップ S10 にて所定の電流値以下と判定されなかった場合には、ステップ S8 及びステップ S9 を繰り返す。

## 【0054】

これにより、時刻  $t_4$  ～時刻  $t_5$  の期間、DC/DCコンバータ 13 による二次電池 7 からの電力取り出しを一定に保持して、燃料電池スタック 1 が所定の性能を達成するまで待機する状態になる。そして、燃料電池スタック 1 の出力電圧が上昇すると共に燃料電池スタック 1 の出力電流が下降すると、再度二次電池 7 の出力電力を低下させる動作を繰り返す。そして、時刻  $t_7$  にて二次電池 7 の出力電力がゼロ（ステップ S 11 での設定値）となると、エアコンプレッサ 3 に対する電力供給元が二次電池 7 から燃料電池スタック 1 に切り換え完了したこととなり、再度電圧制御モードに戻して通常制御に移行する。

## 【0055】

## [第 1 実施形態の効果]

以上詳細に説明したように、第 1 実施形態に係る燃料電池システムによれば、燃料電池スタック 1 を起動するに際して、DC/DCコンバータ 13 の出力電圧を燃料電池スタック 1 の開放電圧以上にして DC/DCコンバータ 13 の出力電力を検出し、DC/DCコンバータ 13 を電力制御モードにして負荷 6 及びエアコンプレッサ 3 に供給する電力を減少させることで燃料電池スタック 1 から電力供給を開始するようにしたので、簡単な電力制御のみで負荷 6 及びエアコンプレッサ 3 の電力供給元を二次電池 7 から燃料電池スタック 1 に切り換えることができ、起動時に安定して燃料電池スタック 1 から電力を取り出すことができる。

## 【0056】

また、この燃料電池システムによれば、DC/DCコンバータ 13 を電圧制御モードにしているときに、先ず DC/DCコンバータ 13 の出力電圧を想定される燃料電池スタック 1 の開放電圧の最大値以上にした後に、実際の燃料電池スタック 1 の開放電圧を DC/DCコンバータ 13 の出力電圧にして、実際の消費電力にて電力制御モードに移行させるので、電力制御モードにおける電力制御の精度を向上させることができ、更には電力供給元を切り換えるときの電力の過不足を無くし、燃料電池スタック 1 から過剰な電力の取り出しを防止することができる。

## 【0057】

更に、この燃料電池システムによれば、DC/DCコンバータ13の出力電力を低下させたときに、燃料電池スタック1の出力電流を検出して所定の電流値以上である場合に、燃料電池スタック1の出力電流が所定の電流値以上でなくなるまで待機するので、燃料電池スタック1の出力電流を管理しながら電力を徐々に引き出すことができる。したがって、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1が完全に暖機される前の冷気始動中においても、燃料電池スタック1の性能を超えて電流を取り出すことを防止することができる。

#### 【0058】

ここで、DC/DCコンバータ13の出力電力を低下させた場合に、燃料電池スタック1の出力電圧の減少の仕方及び燃料電池スタック1の出力電流の増加の仕方が燃料電池スタック1の状態によって異なることがある。例えば、燃料電池スタック1の温度が低い場合には燃料電池スタック1が十分に温まった状態の場合と比べて、同じ電力を出力するときでも燃料電池スタック1の出力電圧が低下し、出力電流値が増加する傾向がある。これに対し、燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の出力電流が所定値以上に増加した場合に待機するようにしたので、燃料電池スタック1の性能低下を防止することができる。

#### 【0059】

##### [第2実施形態]

つぎに、第2実施形態に係る燃料電池システムについて説明する。なお、上述の第1実施形態と同様の部分については同一符号及び同一ステップ番号を付することによりその詳細な説明を省略する。また、第2実施形態では、その構成が第1実施形態と同様であるのでその詳細な説明を省略する。

#### 【0060】

第2実施形態に係る燃料電池システムは、起動制御処理において、図5に示すように、ステップS8にてDC/DCコンバータ13の出力電力の目標値を減少させた後のステップS21において、制御部21により電圧計12からセンサ信号を読み出して、燃料電池スタック1の出力電圧を検出する。

#### 【0061】

そして次のステップS22においては、制御部21により、ステップS21に

て検出した燃料電池スタック 1 の出力電圧値が所定値以上か否かを判定する。燃料電池スタック 1 の出力電圧値が所定の電圧値以上であれば、ステップ S 11 に処理を進め、燃料電池スタック 1 の出力電圧値が所定の電圧値より小さいと判定した場合にはステップ S 21 に処理を戻し、燃料電池スタック 1 が所定の性能を達成するまで待機を行う。

#### 【0062】

ここで、所定の電圧値とは、上述のステップ S 9 における所定の電流値と同様に、図 2 の特性 A 及び特性 B を考慮して設定されたものである。そして、制御部 21 では、ステップ S 8 にて DC/DC コンバータ 13 の出力電力値を減少させた後の DC/DC コンバータ 13 の電力値に対応して、燃料電池スタック 1 の電圧値のしきい値を設定しておくことで、燃料電池スタック 1 が所定の性能を達成維持しているか否かを判定する。

#### 【0063】

このような起動制御処理を行う燃料電池システムによれば、燃料電池スタック 1 から電力を引き出したときの燃料電池スタック 1 の電圧を管理することで、燃料電池スタック 1 が完全に暖機される前の冷気始動中においても、燃料電池スタック 1 の性能を超えることなく、電力を発生させることが可能となる。

#### 【0064】

また、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック 1 の出力電圧が所定値以上に低下した場合に待機するようにしたので、燃料電池スタック 1 の性能低下を防止することができる。

#### 【0065】

##### [第 3 実施形態]

つぎに、第 3 実施形態に係る燃料電池システムについて説明する。なお、上述の実施形態と同様の部分については同一符号及び同一ステップ番号を付することによりその詳細な説明を省略する。

#### 【0066】

この第 3 実施形態に係る燃料電池システムでは、DC/DC コンバータ 13 の制御モードを電圧制御モードから電力制御モードに切り換える際に、燃料電池ス

タック 1 の温度を検出し、燃料電池スタック 1 にて所望の性能を達成していると判定した場合に直接通常制御に移行することを特徴とする。

#### 【0067】

この燃料電池システムにおける起動制御処理では、図 6 に示すように、ステップ S 2 にて DC/DC コンバータ 13 を電圧制御モードで制御し、負荷 6 への電力供給が可能となった後、燃料電池スタック 1 への水素ガス及び空気の供給を開始する。

#### 【0068】

そして、ステップ S 2 の次のステップ S 3 1 においては、制御部 21 により、冷却水ポンプ（図示せず）を所定の駆動量だけ駆動し、燃料電池スタック 1 内に冷却水を循環させる。これは、冷却水を燃料電池スタック 1 内に循環させることで冷却水の温度分布をある程度一様にし、冷却水温度から燃料電池スタック 1 の温度を特定可能な状態とする。なお、冷却水ポンプの駆動量は、冷却水配管や燃料電池スタック 1 内の冷却水流路等の冷却水循環系に温度分布の不均一がなくなる程度でよく、燃料電池スタック 1 の発熱もないので極低流量としても良い。

#### 【0069】

次のステップ S 3 2 においては、制御部 21 により、冷却水温度センサ（図示せず）からセンサ信号を読み込んで冷却水温度を検出し、ステップ S 3 3 においては検出した冷却水温度が所定値以上か否かを判定する。

#### 【0070】

検出した冷却水温度が所定値以上であって燃料電池スタック 1 が暖機されており、燃料電池スタック 1 から十分な電力を引き出せると判定した場合には、ステップ S 1 2 に処理を進めて通常制御に移行して処理を終了する。

#### 【0071】

一方、検出した冷却水温度が所定値に達しておらず燃料電池スタック 1 の暖機が不十分で、燃料電池スタック 1 から十分な電力を引き出せないと判定した場合には、ステップ S 4 以降の処理を行う。これにより、DC/DC コンバータ 13 の出力電力を徐々に低下させることで、燃料電池スタック 1 から徐々に電力の引き出しをする。

**【0072】**

このような起動制御処理を行う燃料電池システムによれば、燃料電池スタック 1 の起動直後にて燃料電池スタック 1 が十分に暖機されている場合には、ステップ S 4 ～ステップ S 11 の処理を実行することなく通常制御に移行することができるので、燃料電池スタック 1 の起動制御処理を短時間で行うことができる。

**【0073】**

なお、ステップ S 31 及びステップ S 32 では冷却水温度から燃料電池スタック 1 の温度を推定しているが、燃料電池スタック 1 の温度を直接検出するセンサを設け、当該センサによる検出値を用いても良い。

**【0074】****[第4実施形態]**

つぎに、第4実施形態に係る燃料電池システムについて説明する。なお、上述の実施形態と同様の部分については同一符号及び同一ステップ番号を付することによりその詳細な説明を省略する。

**【0075】**

この第4実施形態に係る燃料電池システムでは、DC/DCコンバータ 13 の制御モードを電圧制御モードから電力制御モードに切り換える際に、燃料電池スタック 1 の開放電圧の立ち上がり方を検出し、検出した燃料電池スタック 1 の開放電圧の立ち上がり方に応じて、DC/DCコンバータ 13 を電力制御モードに切り換えて燃料電池スタック 1 から電力を引き出すタイミングを制御することを特徴とする。

**【0076】**

この燃料電池システムでは、図7に示すように、起動制御処理のステップ S 2 にて燃料電池スタック 1 に水素ガス及び空気を供給した次のステップ S 41 において、制御部 21 により、電圧計 12 からのセンサ信号を読み出して燃料電池スタック 1 の出力電圧を測定する。

**【0077】**

次のステップ S 42 においては、制御部 21 により、ステップ S 41 にて検出した燃料電池スタック 1 の出力電圧の立ち上がり方を判定する。このとき、制御

部 21 では、燃料電池スタック 1 の出力電圧の立ち上がりの時定数を算出して予め設定しておいた時定数と比較する処理、予め設定した開放電圧値に近い電圧値に達するまでの到達時間を計時して予め設定しておいた設定時間と比較する処理、又は、検出した電圧のある時間での変化量を算出して予め設定しておいた電圧変化量と比較する処理をしても良い。

#### 【0078】

そして、制御部 21 では、ステップ S41 にて検出した燃料電池スタック 1 の出力電圧の立ち上がり方から、出力電圧の立ち上がり速度が所定速度以上か否かを判定して、所定速度以上の速度であると判定した場合には、燃料電池スタック 1 が安定した起動時の発電をしていると判定してステップ S5 以降の処理に移行する。

#### 【0079】

一方、所定速度以上の速度ではないと判定した場合にはステップ S43 に処理を進めて、所定時間、二次電池 7 から電力供給して燃料電池スタック 1 に水素ガス及び空気を供給する状態にて待機させてステップ S5 に処理を進める。

#### 【0080】

このような燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 に水素ガス及び空気を供給開始して燃料電池スタック 1 が開放電圧が上昇するときの立ち上がり方が、所定速度よりも遅い場合には燃料電池スタック 1 の電力引き出しタイミングを延長することで、燃料電池スタック 1 の動作を安定させることができる。

#### 【0081】

なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明を適用した燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

##### 【図 2】

本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムにおける起動制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図3】

燃料電池スタックが起動完了したときの電圧－電流特性と、燃料電池スタックが起動完了してないときの電圧－電流特性を示す図である。

【図4】

本発明を適用した燃料電池システムにおいて、起動制御処理を実行したときの燃料電池スタックの出力電圧、出力電流及び出力電力、二次電池の出力電力の変化を示す図である。

【図5】

本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムにおける起動制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】

本発明を適用した第3実施形態に係る燃料電池システムにおける起動制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】

本発明を適用した第4実施形態に係る燃料電池システムにおける起動制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

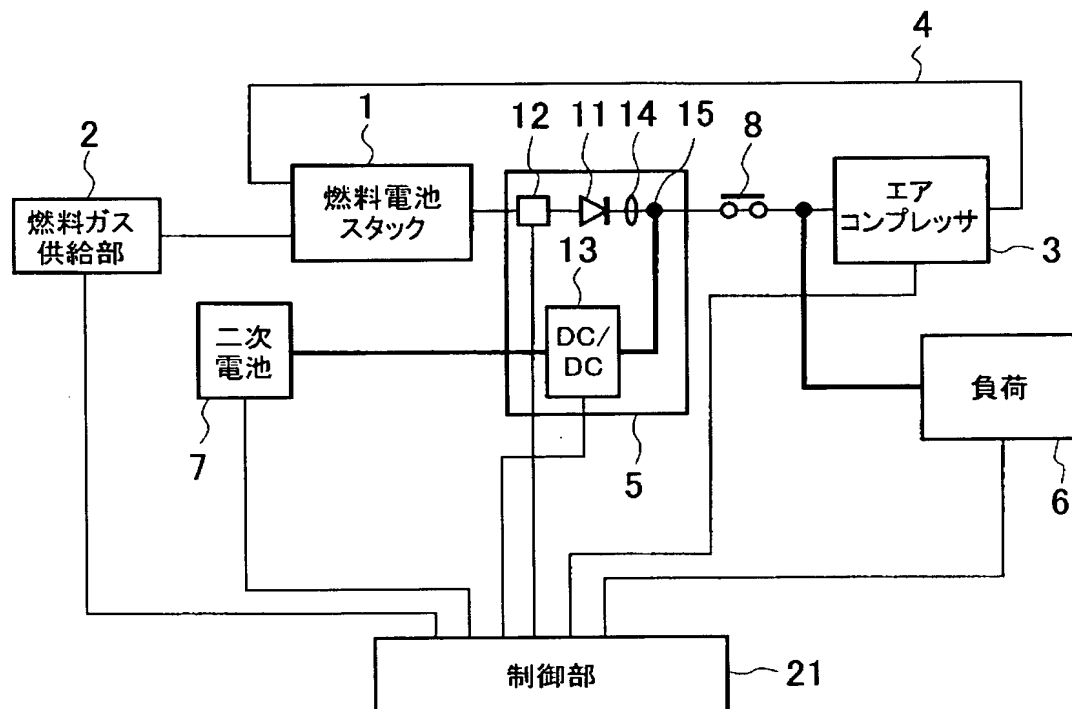
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 燃料ガス供給部
- 3 エアコンプレッサ
- 4 空気配管
- 5 電力分配部
- 6 負荷
- 7 二次電池
- 8 リレー
- 11 ダイオード
- 12 電圧計

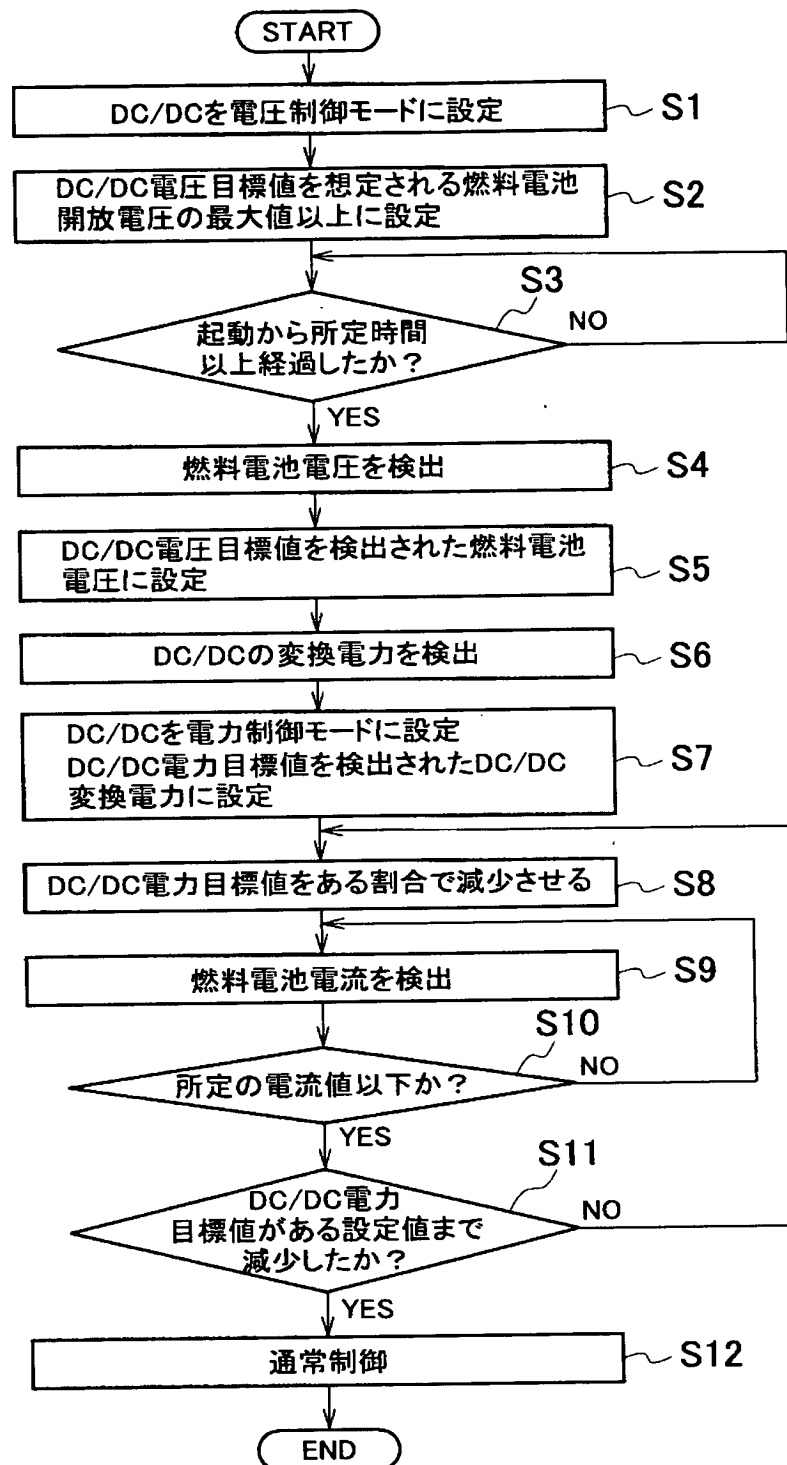
- 1 3    D C / D C コンバータ
- 1 4    電流計
- 1 5    接続点
- 2 1    制御部

【書類名】 図面

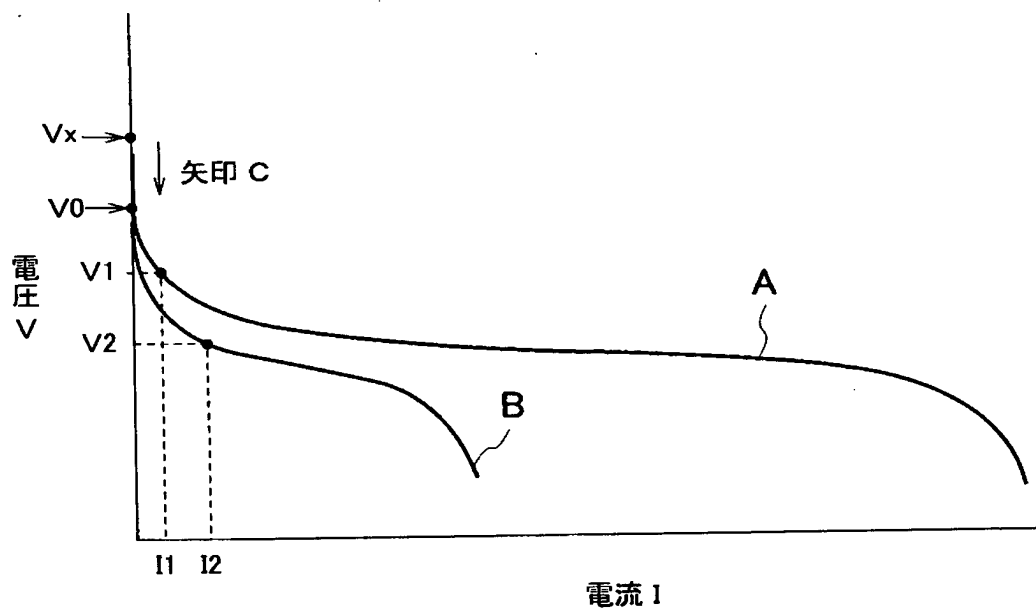
【図 1】



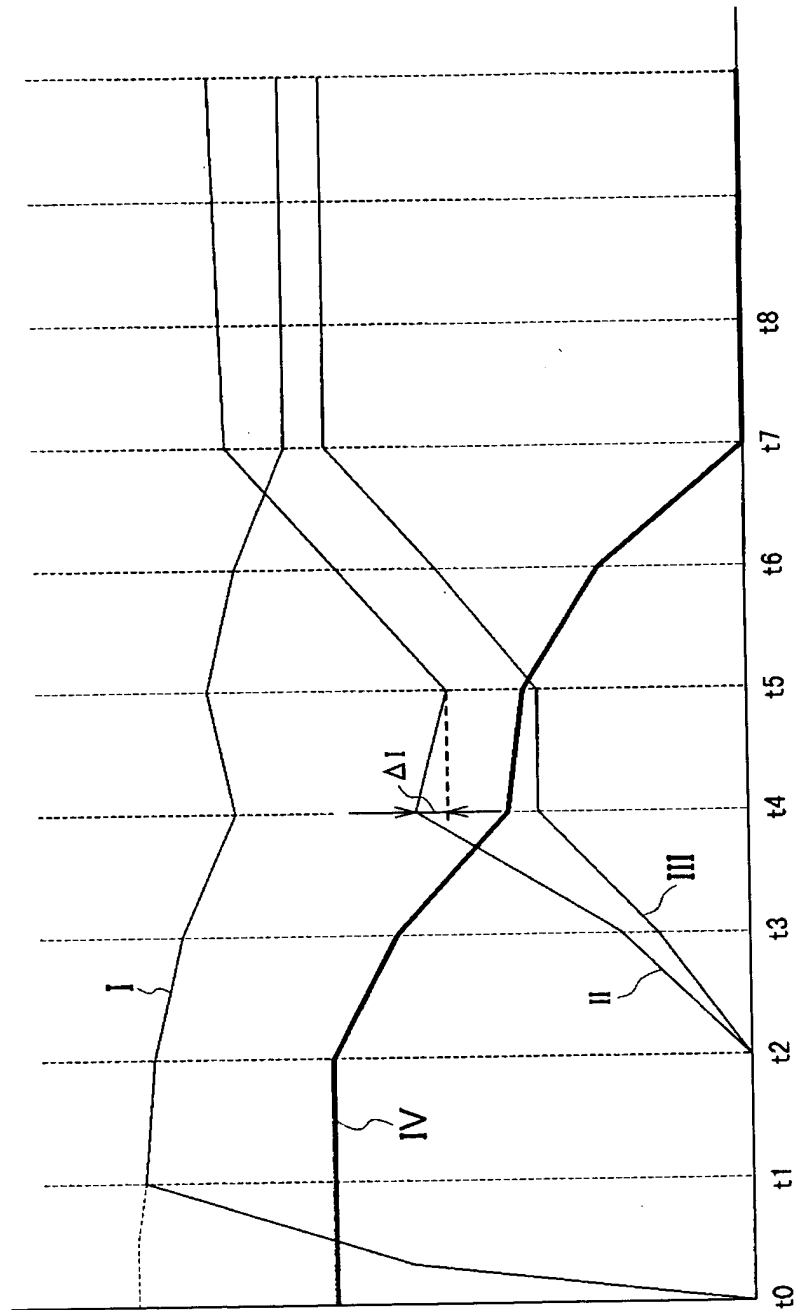
【図 2】



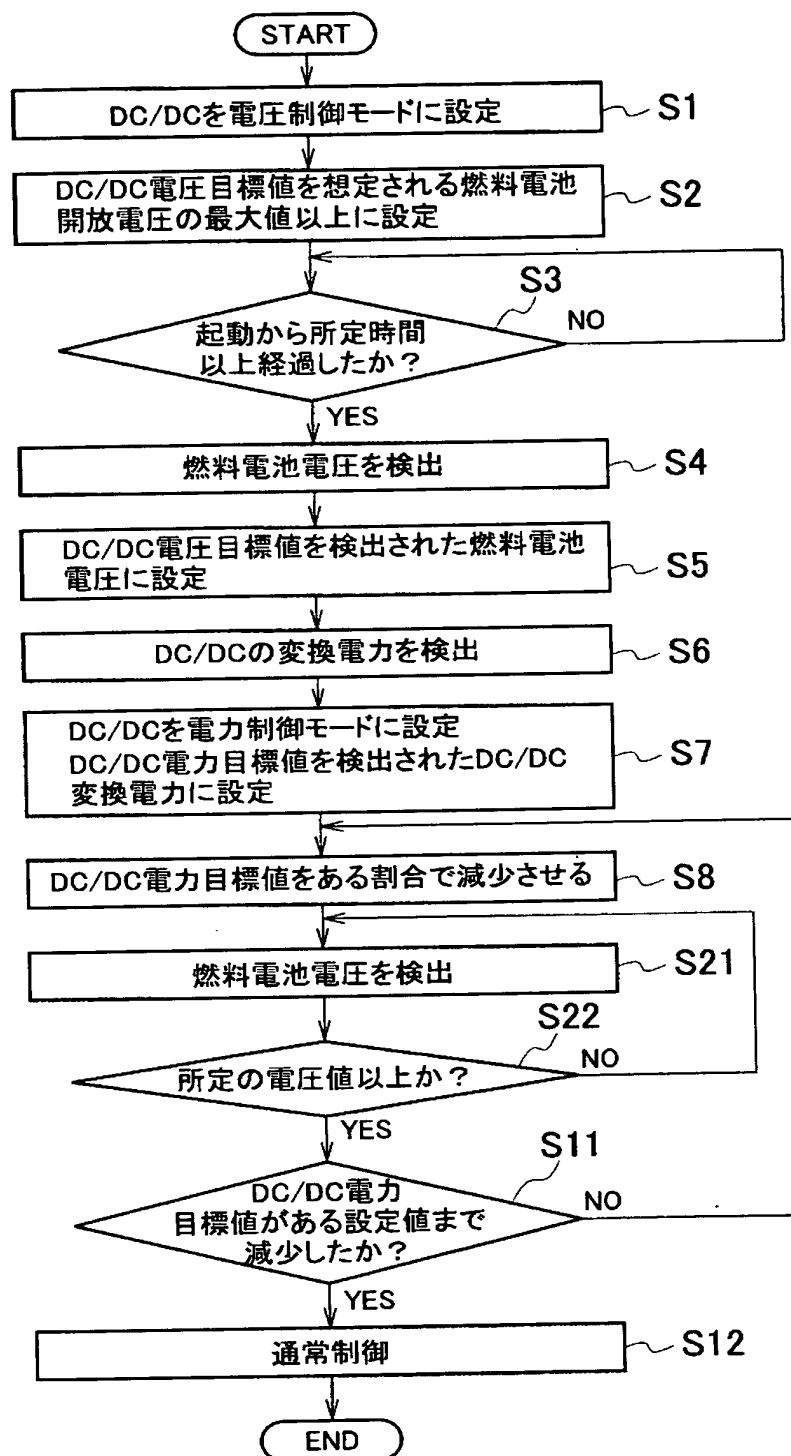
【図 3】



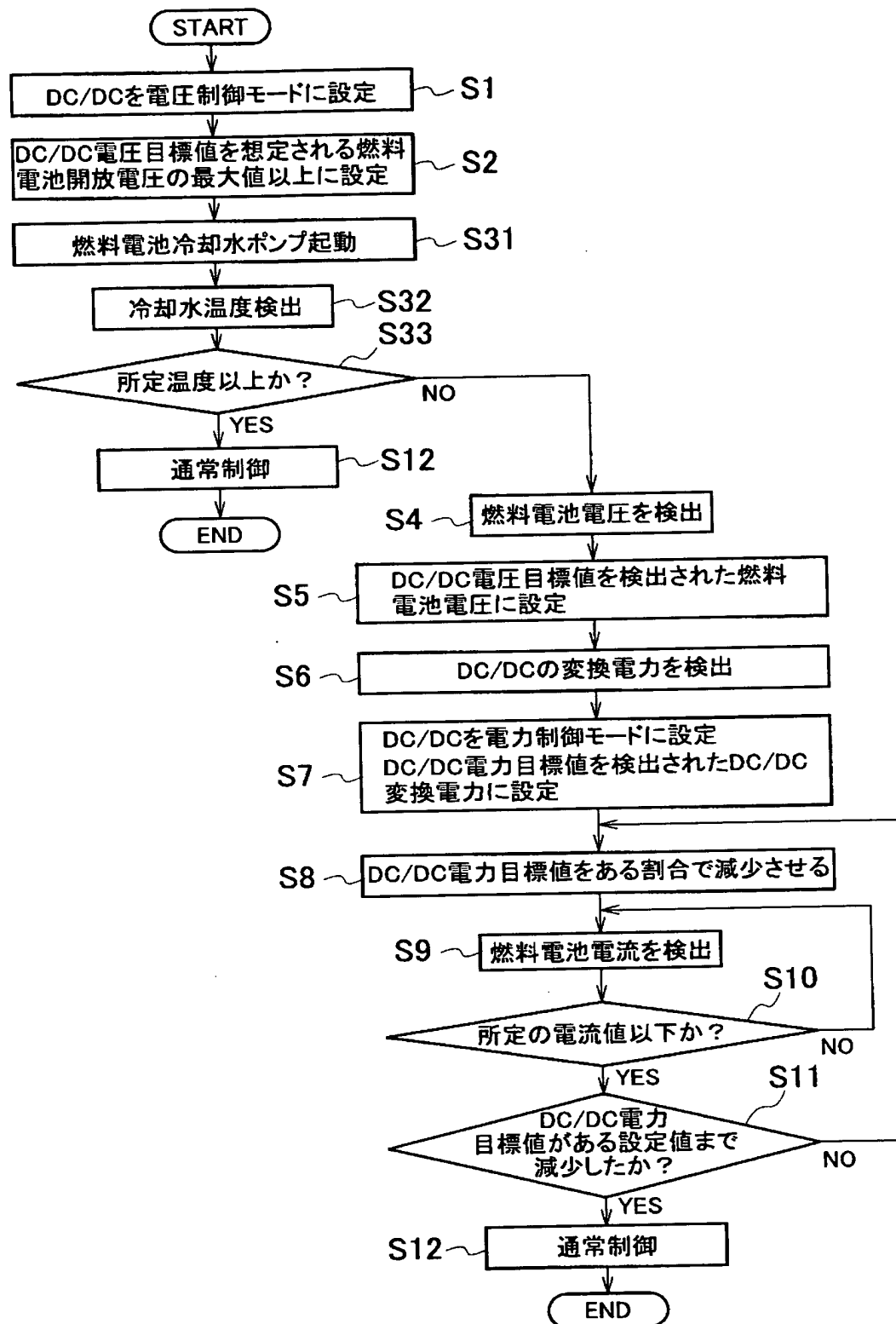
【図 4】



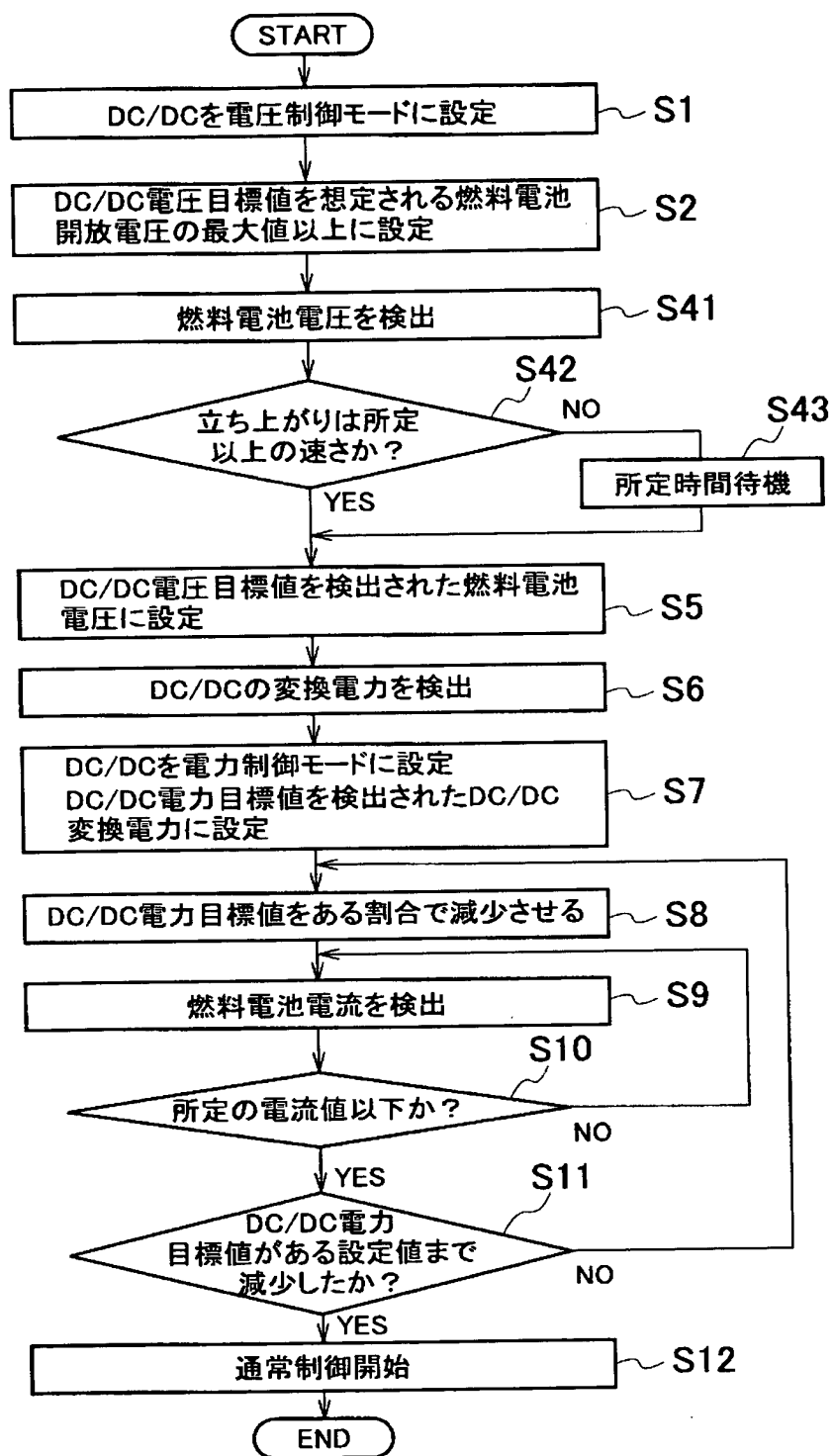
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池スタックの起動時に安定して燃料電池スタックから電力を取り出す。

【解決手段】 制御部 21 では、燃料電池スタック 1 を起動するに際して、先ず DC/DC コンバータ 13 の出力電圧を管理して二次電池 7 から負荷側に電力供給する電圧制御モードになる。この状態において、二次電池 7 から負荷側に電力供給するときの電圧値を燃料電池スタック 1 の開放電圧値以上にしたときの電力値を検出する。次いで、DC/DC コンバータ 13 の出力電力を管理して二次電池から負荷側に電力供給する電力制御モードにする。そして、DC/DC コンバータ 13 にて負荷に供給している電力値を検出して、検出した電力値から減少させて二次電池 7 から負荷に電力供給する。

【選択図】 図 1



特願 2002-307216

出願人履歴情報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

氏 名

日産自動車株式会社